

## Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> 광촉매 시스템을 이용한 bisphenol-A의 광분해에 관한 연구

이종민, 장선정, 김문선, 김병우  
성균관대학교 화학공학과

### A Study on the photodegradation of bisphenol-A by using the photocatalytic system of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>

Jong-Min Lee, Seon-Jung Jang, Moon-Sun Kim, and Byung-Woo Kim  
Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

#### 서론

최근 환경호르몬 또는 내분비계 장애물질이라고 불리는 유독성 화학물질들이 인체에 미치는 영향이 알려지면서 사회적 관심이 고조되고 있으나 대부분의 물질들이 난분해성으로 종류도 다양하고 기존의 생물, 화학적 처리방법으로는 효과적인 제거가 어려울 뿐만 아니라 소량으로도 생태계에 치명적인 영향을 주기 때문에(1) 사회에 미치는 충격은 더해가고 있다. 관리되고 있는 내분비계 장애물질은 나라에 따라 다소 다르나 우리나라의 경우, 현재까지 약 70 여 종이며, Fig. 1과 같은 bisphenol-A는 플라스틱 원료 및 첨가제로 널리 사용되고 있고 사용량도 증가하고 있는 추세로 그 위해성은 더욱 심각하다. Bisphenol-A는 백색의 고형물로 호흡과 피부를 통해서 인체에 유입되며 극소량으로도 성호르몬의 이상, 정자수 감소, 염색체 변이 등을 유발하며, 여성에게는 유방암 세포를 증식시키는 환경호르몬으로 알려져 있다.

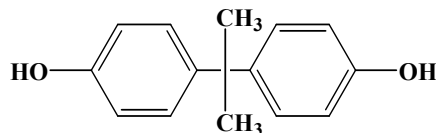


Fig. 1. Chemical structure of bisphenol-A.

최근 광촉매를 이용한 bisphenol-A의 제거에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며(2-4) 본 연구에서는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 doped된 TiO<sub>2</sub>를 광촉매로 사용하여 bisphenol-A의 효과적인 광분해 실험을 다양한 조건에서 실시했으며 GC-MAS로 bisphenol-A에서 광분해된 부산물의 성상을 분석했다.

#### 본론

광촉매 반응이란 자외선이 조사된 광촉매 표면에서 생성된 hydroxyl radical, superoxide radical 등의 강한 산화력에 의해 광촉매 표면에 흡착된 물질을 분해하는 반응을 말한다(5). 광촉매로 가장 널리 사용되고 있는 TiO<sub>2</sub>의 결정구조는 크게 anatase, rutile, brookite로 구분되는데(6), 광촉매 활성의 경우 분해하고자 하는 대상에 따라 다소 차이는 있으나 anatase 형이 가장 우수한 것으로 알려져 있다(7). anatase 형 TiO<sub>2</sub>의 경우 3.2 eV에 해당되는 380 nm 파장 이하에서 효과적인 광분해가 이루어지며 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 sensitizer로 사용

하는 경우 539 nm 범위까지 광분해 효과를 얻을 수 있다(8).

본 실험에서 사용된 반응기는 Fig. 2와 같은 아크릴을 사용하여 원통으로 제작했으며 광촉매로 사용된  $\text{TiO}_2$ 는 sol-gel 법으로 합성했다(6).

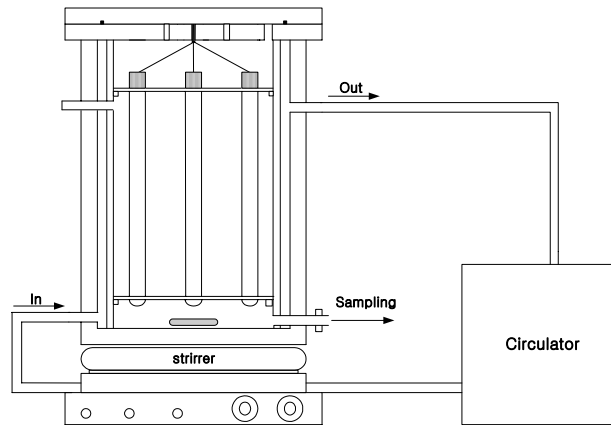


Fig. 2. Schematic diagram of a photoreactor.

## 결과

Fig. 3은 sol-gel 법으로 합성된  $\text{TiO}_2$  용액을 glass 표면에 dip-coating 한 것이다.

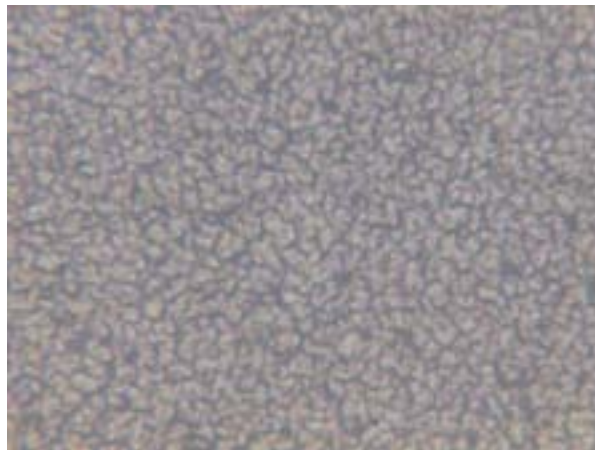


Fig. 3. Microscopic image of  $\text{TiO}_2$  immobilized on the glass.

bisphenol-A의 분해실험을 Fig. 4와 같이 실시했으며, air만을 주입하는 경우 분해속도는 0.118 mg/L/h이었으며 356 nm의 UV광만을 조사하는 경우에는 0.205 mg/L/h의 분해속도를 나타냈다. Air와 UV광을 동시에 공급하는 경우에 분해속도는 0.845 mg/L/h로 증가하였고 100 mg/L의  $\text{TiO}_2$ 를 suspend 상태로 광촉매로 사용하는 경우(UV와 air도 동시

공급) bisphenol-A의 분해속도는 1.312 mg/L/h로 증가했다.

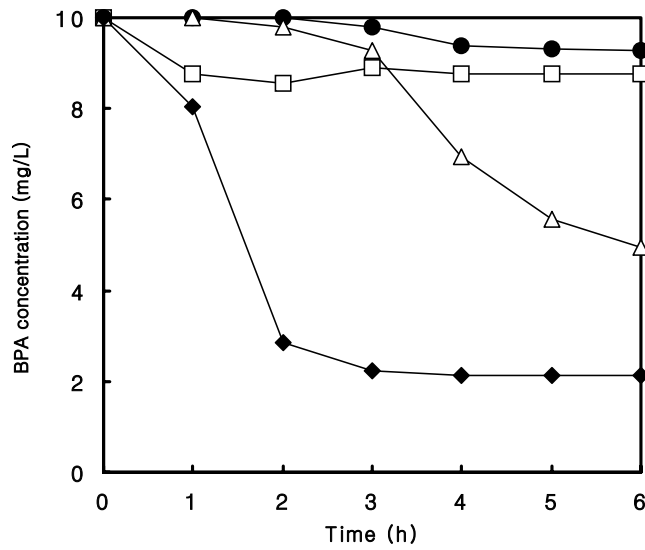


Fig. 4. Effect of suspended TiO<sub>2</sub> on the photodegradation of bisphenol-A. □: with only UV radiation (365 nm), ●: with only air supply (5 L/min), △: with both UV radiation (365 nm) and air supply (5 L/min), and ◆: with TiO<sub>2</sub>(100 mg/L) in the presence of air supply (5 L/min) and UV radiation (365 nm).

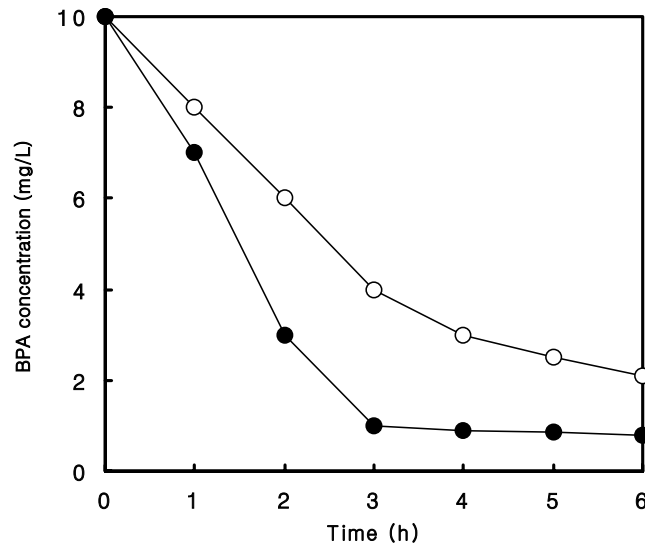


Fig. 5. Effect of immobilized TiO<sub>2</sub> on the photodegradation of bisphenol-A in the presence of UV radiation. ○: only TiO<sub>2</sub> and ●: TiO<sub>2</sub> doped with Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Fig. 5는 sol-gel 법으로 합성된  $\text{TiO}_2$ 를 반응기 내 Tube 표면에 고정시켜 bisphenol-A를 광분해시킨 실험으로,  $\text{TiO}_2$ 만을 단독으로 고정시킨 조건에서의 분해속도는 1.312 mg/L/h이었으나  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 를 sensitizer로  $\text{TiO}_2$ 표면에 coating한 경우의 분해속도는 1.533 mg/L/h로 증가하였으며  $\text{TiO}_2$ 만을 고정한 경우보다 16.8 %의 분해능 개선효과가 있었다.

### 참고문헌

1. Bae, B. H., Choi, M. S., Lim, N. W., and Jeong, J. H., A Study on the quantification and characterization of endocrine disruptor bisphenol-A leaching from epoxy resin. *J. KSWQ*, **16**(6), 469-477 (2000).
2. Charles, A., Philip, B., Gary, M., Sondra, T., O'Block, L., and Harris, R., A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol-A. *Chemosphere*, **36**(10), 2149-2173 (1998).
3. Kim, J. C., Shin, H. C., Cha, S. W., Koh, W. S., Chung, M. W., and Han, S. S., Evaluation of developmental toxicity in rats exposed to the environmental estrogen bisphenol-A during pregnancy. *Life Sci.*, **69**, 2611-2625 (2001).
4. Lee, J. M., Jang, S. J., Kim, M. S., and Kim, B. W., Study of photodegradation of bisphenol-A by immobilized  $\text{TiO}_2$  in a reactor with immersed UV lamps. *Theories Appl. Chem.*, **8**(1), 1641-1644 (2002).
5. Hofmann, M. R., Martin, S. T., Choi, W., and Bahnemann, D. W., Environmental applications of semiconductor photocatalysis. *Chem. Rev.*, **95**, 69-96 (1995).
6. Lee, J. C., Kim, M. S., and Kim, B. W., Removal of paraquat dissolved in a photoreactor with  $\text{TiO}_2$  immobilized on the glass-tubes of UV lamps. *Wat. Res.*, **36**, 1776-1782 (2002).
7. Samuneva, B., Kozhukharov, V., and Trapalis, C., Sol-gel processing of titanium-containing thin coatings: Preparation and structure. *J. Mat. Sci.*, **28**, 2353-2360 (1993).
8. Brezova, A., Blazkova, L., Karpinsky, J., Groskova, B., Havlinova, V., Jorik, V., and Ceppan, M., Phenol decomposition using Mn/ $\text{TiO}_2$  photocatalysts supported by the sol-gel technique on glass fibres. *J. Photochem. Photobiol.*, **A 109**, 177-183 (1997).